

**This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

**Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.**

**Defects in the images may include (but are not limited to):**

- **BLACK BORDERS**
- **TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- **FADED TEXT**
- **ILLEGIBLE TEXT**
- **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- **COLORLED PHOTOS**
- **BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS**
- **GRAY SCALE DOCUMENTS**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-026379

(43)Date of publication of application : 28.01.1997

(51)Int.Cl. G01M 11/00  
G02B 6/00  
G02F 1/35  
H01S 3/07

(21)Application number : 07-175668

(71)Applicant : FUJITSU LTD  
NIPPON TELEGR & TELEPH  
CORP <NTT>

(22)Date of filing : 12.07.1995

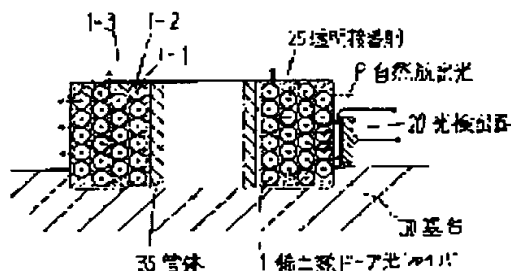
(72)Inventor : FUKUSHIMA NOBUHIRO  
TAGAWA KENJI  
SATO YOSHIAKI

## (54) MONITORING STRUCTURE OF OPTICAL AMPLIFIER

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a monitoring structure of a rare earth-doped optical fiber amplifier which has a high detection capacity for gain and high reliability of detection in the monitoring structure of the rare earth-doped optical fiber amplifier.

SOLUTION: In a rare earth-doped optical fiber amplifier, a rare earth-doped optical fiber 1, which is wound in the form of a coil, filled with a transparent bonding agent of a refraction factor, which is equal or substantially equal to the refraction factor of the protection layer of the optical fiber, in wound gaps and a light detector 20 fixed on a base mounting the rare earth-doped optical fiber 1 so that a light receiving face may be adjacent to and be opposed to the side of the coil of the rare earth-doped optical fiber 1 are equipped.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-26379

(43) 公開日 平成9年(1997)1月28日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 M 11/00			G 0 1 M 11/00	T
G 0 2 B 6/00			G 0 2 F 1/35	5 0 1
G 0 2 F 1/35	5 0 1		H 0 1 S 3/07	
H 0 1 S 3/07			G 0 2 B 6/00	A

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平7-175668

(22) 出願日 平成7年(1995)7月12日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72) 発明者 福島 暢洋

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 井桁 貞一

最終頁に続く

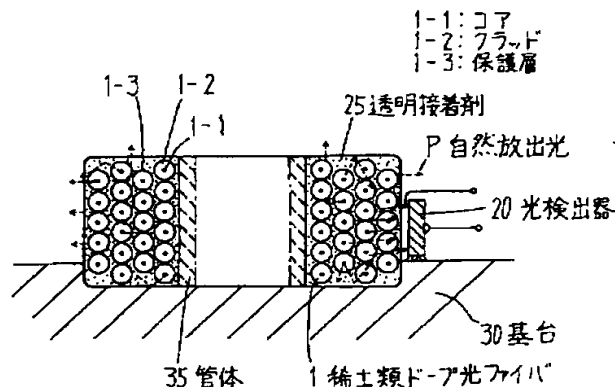
## (54) 【発明の名称】 光増幅器のモニター構造

## (57) 【要約】

【目的】 稀土類ドープ光ファイバ増幅器のモニター構造に関し、ゲインの検出能力が高く、且つ検出の信頼度が高い光増幅器のモニター構造を提供する。

【構成】 稀土類ドープ光ファイバ増幅器において、多層のコイル状に巻回され、巻回した間隙に光ファイバの保護層の屈折率に等しいかほぼ等しい屈折率の透明接着剤25が充填されてなる稀土類ドープ光ファイバ1と、受光面が稀土類ドープ光ファイバ1のコイル側面に近接して対向するよう、稀土類ドープ光ファイバ1を載置した基台上に固着されてなる光検出器20とを、備えたものとする。

本発明の実施例の断面図



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 稀土類ドープ光ファイバ増幅器において、  
多層のコイル状に巻回され、巻回した間隙に光ファイバの保護層の屈折率に等しいかほぼ等しい屈折率の透明接着剤が充填されてなる稀土類ドープ光ファイバと、  
受光面が該稀土類ドープ光ファイバのコイル側面に近接して対向する光検出器とを、備えたことを特徴とする光増幅器のモニター構造。

【請求項2】 前記光検出器は、前記稀土類ドープ光ファイバを載置した基台上に固着されていることを特徴とする請求項1記載の光増幅器のモニター構造。

【請求項3】 前記稀土類ドープ光ファイバが、ボビンに巻回されたものであることを特徴とする請求項1又は2記載の光増幅器のモニター構造。

【請求項4】 受光面が前記透明接着剤に接着されたことで、コイル状の稀土類ドープ光ファイバの外周部に光検出器が固定されてなることを特徴とする請求項1又は3記載の光増幅器のモニター構造。

【請求項5】 ボビンの胴部の外周面及びフランジの内面に、反射膜が形成されたことを特徴とする請求項3又は4記載の光増幅器のモニター構造。

【請求項6】 ボビンの胴部の外周面及びフランジの内面が、鏡面仕上げされたことを特徴とする請求項3又は4記載の光増幅器のモニター構造。

【請求項7】 稀土類ドープ光ファイバを巻回したボビンのフランジに設けた窓に挿入され、受光面が該稀土類ドープ光ファイバ相互間の間隙に充填された透明接着剤に接着されてなる光検出器と、  
コイル状に巻回された該稀土類ドープ光ファイバの外周面に貼着された、反射膜を有するフィルム又は金属箔とを備えたことを特徴とする光増幅器のモニター構造。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、稀土類ドープ光ファイバ増幅器のモニター構造に関する。入力された光信号を光のまま増幅して出力の大きい光信号を得るために使われる光増幅器として、稀土類ドープ光ファイバ増幅器が近年提供されている。

【0002】 稀土類ドープ光ファイバ増幅器は、長さが数メートル乃至数百メートルの稀土類ドープ光ファイバ（例えばエルビウムドープ光ファイバ）に1.55  $\mu\text{m}$  近傍の波長の信号光を伝送し、励起光源から1.48  $\mu\text{m}$  程度の波長の励起光を投入し稀土類ドープ光ファイバ内に誘導放出させる。この稀土類ドープ光ファイバ内での誘導放出光の方向は、信号光の方向と全く同じであるので1.55  $\mu\text{m}$  近傍の波長の信号光が増幅される。

【0003】 このような光増幅器の一例を図4に、稀土類ドープ光ファイバの断面図を図5に示す。図において、1は、エルビウムがドープされた稀土類ドープ光フ

アイバであって、そのコア1-1の外径は数  $\mu\text{m}$ （例えば6  $\mu\text{m}$ ）、クラッド1-2の外径は約125  $\mu\text{m}$ である。

【0004】 クラッド1-2の外周を屈折率がクラッド1-2の屈折率よりも僅かに大きいプラスチックの保護層1-3で被覆している。なお、保護層1-3の外径は約250  $\mu\text{m}$ である。

【0005】 このような稀土類ドープ光ファイバ1をボビン10に巻回し、その出射側末端に入射側ファイバ・レンズアセンブリ1Aを装着している。3Aは、励起光源3の励起光を稀土類ドープ光ファイバ1に投入する励起光源側ファイバ・レンズアセンブリであり、2Aは出力光ファイバ2の入射末端に装着した出射側ファイバ・レンズアセンブリである。

【0006】 4は、側壁4A、4B、4Dと、側壁4Aに対向する側壁4Cを備えた角形の筐体である。5は、励起光源3の出射光の励起光（波長は1.48  $\mu\text{m}$ 前後）を透過し、稀土類ドープ光ファイバ1の出射光（波長は1.55  $\mu\text{m}$ ）は反射する波長分離膜である。

【0007】 6は、波長分離膜5と出射側ファイバ・レンズアセンブリ2Aとの間に挿入し装着した光アイソレータである。入射側ファイバ・レンズアセンブリ1Aは、筐体4の選択した側壁4Aを貫通して筐体4に装着され、励起光源側ファイバ・レンズアセンブリ3Aは、光軸が入射側ファイバ・レンズアセンブリ1Aの光軸に一致するように、側壁4Aに対向する側壁4Cを貫通して筐体4に装着されている。

【0008】 波長分離膜5は、入射側ファイバ・レンズアセンブリ1Aの光軸に対して所望角度（例えば45度）傾斜した状態で、入射側ファイバ・レンズアセンブリ1Aと励起光源側ファイバ・レンズアセンブリ3Aとの間に装着されている。

【0009】 一方、出力光ファイバ2は波長分離膜5の反射光が光アイソレータ6を経て入射するように、他の側壁4Dを貫通して筐体4に装着されている。上述のように構成されているので、励起光源3の励起光が稀土類ドープ光ファイバ1に入射して、稀土類ドープ光ファイバ1に伝送されてきた信号光を増幅する。

【0010】 そして増幅された信号光は、入射側ファイバ・レンズアセンブリ1Aから出射して波長分離膜5に投射され、波長分離膜5で反射し、光アイソレータ6を経て出射側ファイバ・レンズアセンブリ2Aに入射し出力光ファイバ2に伝送される。

## 【0011】

【従来の技術】 稀土類ドープ光ファイバの励起状態イオンは、誘導放出だけではなく、一定の励起寿命の後に自然放出するものがある。

【0012】 この自然放出光Pは特定の方向ではなく、あらゆる方向に出射するので稀土類ドープ光ファイバの中に閉じ込められずその一部は稀土類ドープ光ファイバの側面から外部に放出される。

【0013】この稀土類ドープ光ファイバの外に放出される自然放出光Pの強度を計測して光増幅器のゲインをモニターする、「ファイバ側面からの自然放出光の検出によるEDFAの利得制御方法」が、電子情報通信学会光通信システム研究会の91-32に記載されている。

【0014】図4は上記文献に基づいて案出された、従来の光増幅器のモニターの構造を示す断面図である。図4において10は、所望に長い稀土類ドープ光ファイバ1を多層のコイル状に巻回する、胴部11と一对のフランジ12とからなるボビンである。ボビン10の材質は、プラスチック又はアルミニウム等の金属である。

【0015】このボビン10に稀土類ドープ光ファイバ1を巻回した後に、ボビン10を図示省略した基台上に載置している。20は、受光面の一边が5mm程度の角形の光検出器である。

【0016】ボビン10に巻回した稀土類ドープ光ファイバ1のコイル側面に、受光面が対向して近接するように、光検出器20を基台に固着している。したがって、稀土類ドープ光ファイバ1の光検出器20に対向するコイル側面から放出された自然放出光Pは、光検出器20に入射して光／電変換され、光検出器20の出力として検出される。よって、光増幅器のゲインをモニターすることができる。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、ボビンに巻回された稀土類ドープ光ファイバ（以下光ファイバと称す）間には、空気が充填した間隙があるので、内層に巻回された光ファイバが放出する自然放出光は、この空隙が存在することによりそのコイル部分の外側に位置する光ファイバによって散乱し屈折する。

【0018】よって、内層に巻回された光ファイバの側面から放出される自然放出光は、コイルの外側に殆ど出射しない。従来のモニター構造は、上述の理由により、最外層及び最外層に近い層に位置する光ファイバのコイル部分が放出する自然放出光が、光検出器に入射するだけである。よって受光する光パワーが小さい。

【0019】また、最外層及び最外層に近い層に位置する光ファイバのコイル部分は、コイルの巻き始め部分か、巻き終わり部分かの何れか一方であるので、光ファイバ全体としての励起状態を正しく反映していない。

【0020】上述の2点のことに起因して、従来のモニター構造は、ゲインの検出能力が低いという問題点があった。また、光ファイバがボビンに巻回されているだけであるので、最外層のコイル部分は十分に固定されておらず揺れ動く。したがって、光検出器に入射する自然放出光が不安定で検出の信頼度が低下する恐れがあった。

【0021】本発明はこのような点に鑑みて創作されたもので、ゲインの検出能力が高く、且つ検出の信頼度が高い光増幅器のモニター構造を提供することを目的としている。

【0022】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために本発明は、稀土類ドープ光ファイバ増幅器において、図1に例示したように、光ファイバの保護層の屈折率に等しいかほぼ等しい屈折率の透明接着剤25が光ファイバ相互間の間隙に充填・接着され、多層のコイル状に巻回されてなる稀土類ドープ光ファイバ1と、稀土類ドープ光ファイバ1が載置された基台30上に、受光面が巻回された稀土類ドープ光ファイバ1のコイル側面に近接し対向して固定された光検出器20とを備えた構成とする。

【0023】また、図2に例示したように、稀土類ドープ光ファイバ1は、ボビン10に巻回された構成とする。或いはまた、受光面を透明接着剤25に密接して接着することで光検出器20が、巻回された稀土類ドープ光ファイバ1又はボビン10に巻回された稀土類ドープ光ファイバ1に、固定された構成とする。

【0024】さらにまた、ボビン10の胴部11の外周面及びフランジ12の内面に、反射膜15が形成された構成とする。或いはまた、ボビン10の胴部11の外周面及びフランジ12の内面が、鏡面仕上げされた構成とする。

【0025】図3に例示したように、稀土類ドープ光ファイバ1を巻回したボビン10のフランジ12に設けた窓40に光検出器20が挿入され、光検出器20の受光面が稀土類ドープ光ファイバ相互間の間隙に充填された透明接着剤25に密接し接着するとともに、稀土類ドープ光ファイバ1が巻回されたコイルの外周面に、反射膜を有するフィルム45か、金属箔を貼着した構成とする。

【0026】

【作用】本発明によれば、稀土類ドープ光ファイバ相互間の間隙に、光ファイバの保護層の屈折率に等しいかほぼ等しい屈折率の透明接着剤が充填されて、稀土類ドープ光ファイバが多層のコイル状に巻回された状態に固定されている。

【0027】したがって、外層部分は勿論のこと、内層に巻回された稀土類ドープ光ファイバのコイル部分が放出する自然放出光は、この透明接着剤及び外層の稀土類ドープ光ファイバの保護層、クラッドを透過して光検出器に入射する。また、コイル端面側に放出された自然放出光は透明接着剤と空気との境界面でコイル側に反射し、その一部が光検出器に入射する。

【0028】したがって、光検出器が受光する自然放出光の光パワーが大きい。また、上述のようにコイル内部の稀土類ドープ光ファイバが放出する自然放出光をほぼ平等に受光するので、光ファイバ全体としての励起状態を正しく反映することになり、ゲインの検出能力が向上する。

【0029】さらに、稀土類ドープ光ファイバは透明接着剤により、コイル状態を保持して確実に固着されている。したがって、光検出器に入射する自然放出光が安定

して一定しており、検出の信頼度が高い。

【0030】一方、受光面を透明接着剤に密接して接着し光検出器をボビンに固着した構成とすることで、自然放出光が光検出器の受光面で反射して、コイルの内側に返ることが阻止される。よって光検出器の受光面側に投射された自然放出光の殆どが光検出器に入射することになり、光検出器の受光する光パワーが大きくなる。

【0031】さらにまた、請求項6のように、ボビンのフランジに設けた窓に光検出器を挿入し、光検出器の受光面を稀土類ドープ光ファイバ相互間の間隙に充填された透明接着剤に密接して接着するとともに、稀土類ドープ光ファイバが巻回されたコイルの外周面に、反射膜を有するフィルムか、金属箔を貼着した光増幅器のモニター構造は、コイルの円周方向に放出される自然放出光が、フィルム又は金属箔で反射してコイル内に戻る。

【0032】よって、光検出器が受光する光パワーがより大きくなる。

【0033】

【実施例】以下図を参照しながら、本発明を具体的に説明する。なお、全図を通じて同一符号は同一対象物を示す。

【0034】図1は本発明の実施例の断面図、図2は本発明の他の実施例の断面図、図3は本発明のさらに他の実施例の断面図である。図において、1は、例えばエルビウムがドープされた長さが数十メートル乃至数百メートルの稀土類ドープ光ファイバであって、そのコアの外径は約6 $\mu$ m、クラッドの外径は125 $\mu$ mである。また、クラッドの外周は、屈折率がクラッドの屈折率よりも僅かに大きいプラスチックの保護層で被覆されている。

【0035】この稀土類ドープ光ファイバ1に所定の波長の光信号を伝送し、励起光源から励起光を稀土類ドープ光ファイバ1に投入すると、稀土類ドープ光ファイバ内に誘導放出され信号光が増幅される。また、自然放出光Pが稀土類ドープ光ファイバ1のあらゆる方向に出射する。

【0036】20は、受光面の一边が5mm程度の角形の、光/電変換機能を有する光検出器である。25は、屈折率が光ファイバの保護層の屈折率に等しいかほぼ等しい、例えばエポキシ系樹脂よりなる透明接着剤である。

【0037】図1に図示したように、稀土類ドープ光ファイバ1は管体35に多層に巻回され、光ファイバ相互間の間隙に透明接着剤25が充填され接着されている。巻回された稀土類ドープ光ファイバ1は、その一方の端面側が基台30の凹部に挿入され、例えば接着剤を用いて基台30に固着されている。

【0038】光検出器20は、受光面が巻回された稀土類ドープ光ファイバ1のコイル側面に対向するように近接して、基台30上に固定されている。上述のように構成されているので、コイル状に巻回された稀土類ドープ光フ

ァイバ1の外層部分は勿論のこと、内層に巻回されたコイル部分が放出する自然放出光Pは、透明接着剤25及び外層の稀土類ドープ光ファイバ1の保護層、クラッドを透過してコイルの外側に出射して光検出器20に入射する。

【0039】なお、コイル端面側に放出された自然放出光の一部は透明接着剤25と空気との境界面でコイル側に反射し、その一部が光検出器20に入射する。したがって、光検出器20が受光する自然放出光Pの光パワーが比較的大きい。

【0040】また、コイルの内層の稀土類ドープ光ファイバ1が放出する自然放出光をほぼ平等に受光するので、稀土類ドープ光ファイバ全体としての励起状態を正しく反映することになり、ゲインの検出能力が向上する。

【0041】光ファイバ相互間の間隙に透明接着剤25を充填し、稀土類ドープ光ファイバ1をコイル状に接着固定するには、接管体35に稀土類ドープ光ファイバ1を巻回した後に、透明接着剤を真空含浸すればよい。

【0042】稀土類ドープ光ファイバ1を多層のコイル状に巻回保持するには、管体35に巻回した後に管体35から取外し、コイル状に巻回した稀土類ドープ光ファイバ1の所要所をバンド等で締着した後に、透明接着剤25を真空含浸しても良い。

【0043】このようにしたものは、図1に示す管体35が無い状態で基台30に固着される。なお、基台30に凹部を設けることなく、巻回された稀土類ドープ光ファイバの端面を基台30の表面に直接接着剤を用いて固定しても良い。

【0044】図2において、10は、胴部11と一對のフランジ12とで構成された、稀土類ドープ光ファイバ1を多層のコイル状に巻回するボビンであって、ボビン10の材質は、プラスチック又はアルミニウム等の金属である。

【0045】ボビン10がアルミニウム等の金属の場合は、ボビン10の胴部11の外周面及びフランジ12の内面を鏡面に仕上げるものとする。ボビン10がプラスチック場合は、ボビン10の胴部11の外周面及びフランジ12の内面の全面に反射膜15を設けるものとする。

【0046】ボビン10の胴部11及びフランジ12と稀土類ドープ光ファイバ1との間隙、及び稀土類ドープ光ファイバ相互間の間隙に、透明接着剤25を充填して、稀土類ドープ光ファイバ1をボビン10に多層のコイル状に巻回し固着している。

【0047】一方、光検出器20は、受光面が巻回された稀土類ドープ光ファイバ1のコイル側面に対向し透明接着剤25に密接して接着されている。したがって、稀土類ドープ光ファイバ1は透明接着剤25により、コイル状態を保持して、確実にボビン10に固着されており、稀土類ドープ光ファイバ自体が移動したり、或いは光検出器20

側が移動することがない。

【0048】よって、光検出器20に入射する自然放出光が安定して一定しており、検出の信頼度が高い。受光面が透明接着剤25に密着しているので、反射防止膜を受光面に形成しなくても、自然放出光は光検出器20の受光面で殆ど反射しない。

【0049】したがって、自然放出光がコイルの内側に返ることが阻止され、受光面に投射された自然放出光の殆どが光検出器20に入射することになり、光検出器20が受光する光パワーが大きくなる。

【0050】さらにまた、ボビン10の胴部の外周面及びフランジの内面に、反射膜15を設けるか、或いは鏡面仕上げすることで、胴部またはフランジ方向に放出された自然放出光は、胴部の外周面又はフランジの内面で反射しコイル内に戻り、光検出器方向に出射して、光検出器20に入射する。よって、光検出器の受光する光パワーがより大きくなる。

【0051】図3に図示したように、稀土類ドープ光ファイバ1を巻回したボビン10のフランジ12に窓40を設け、この窓40に光検出器20を挿入し、光検出器20の受光面を透明接着剤25に接着させている。

【0052】なお、ボビン10の胴部11の外周面及びフランジ12の内面の全面に反射膜15を設けてある。また、稀土類ドープ光ファイバ1が巻回されたコイルの外周面に、反射膜を有するフィルム45か、金属箔を貼着している。

【0053】コイルの円周方向に放出された自然放出光は、フィルム45又は金属箔で反射してコイル内に返るので、光検出器20が受光する光パワーがより大きくなる。

【0054】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、稀土類ドープ光ファイバ相互間の間隙及び多層のコイル状に巻回

されたコイルの外周面に、屈折率が光ファイバの保護層の屈折率に等しいかほぼ等しい透明接着剤を充填し接着したもので、稀土類ドープ光ファイバ増幅器のゲインの検出能力が高く、且つ検出の信頼度が高いという、実用上で優れた効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例の断面図である。

【図2】本発明の他の実施例の断面図である。

【図3】本発明のさらに他の実施例の図である。

【図4】光増幅器の構成図である。

【図5】稀土類ドープ光ファイバの断面図である。

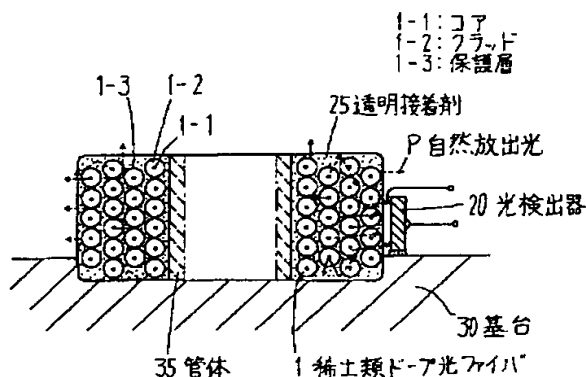
【図6】従来例の断面図である。

【符号の説明】

- 1 稀土類ドープ光ファイバ
- 1-1 コア
- 1-2 クラッド
- 1-3 保護層
- 2 出力光ファイバ
- 3 励起光源
- 4 筐体
- 5 波長分離膜
- 6 光アイソレータ
- 10 ボビン
- 11 胴部
- 12 フランジ
- 15 反射膜
- 20 光検出器
- 25 透明接着剤
- 40 窓
- 45 フィルム
- P 自然放出光

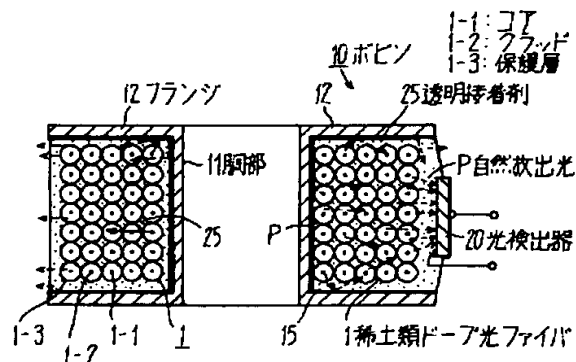
【図1】

本発明の実施例の断面図



【図2】

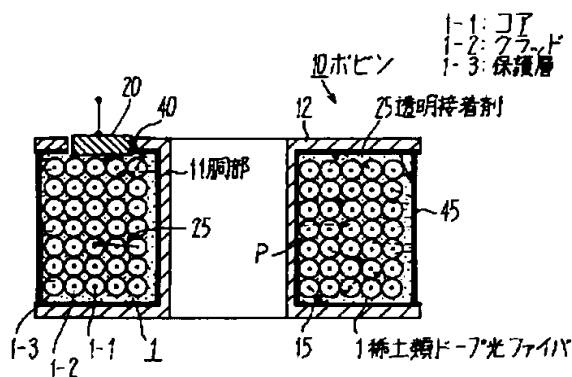
本発明の他の実施例の断面図





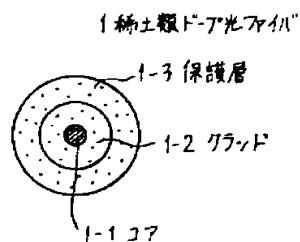
【図 3】

本発明のさらに他の実施例の図



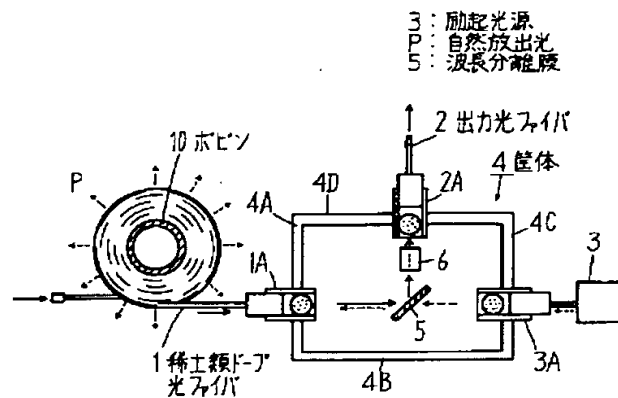
【図 5】

稀土類ドープ光ファイバの断面図



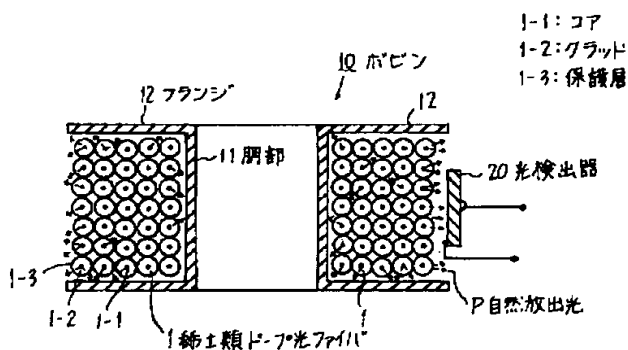
【図4】

### 光増幅器の構成図



【図 6】

従来例の断面図



フロントページの続き

(72) 発明者 田川 憲治  
神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地  
富士通株式会社内

(72)発明者 佐藤 良明  
東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日  
本電信電話株式会社内